

méthode, excellente comme démonstration du fait lui-même, ne peut pas conduire, comme la précédente, à une évaluation exacte.

## § 94.

**Tension du sang dans le système artériel.** — Au moment de la systole ventriculaire, les artères élastiques se trouvent distendues par effort excentrique. Quand la systole ventriculaire a cessé, les artères reviennent sur elles-mêmes dans une certaine mesure et font progresser le sang. Mais, à ce moment même, leur tension élastique ne s'épuise pas (c'est-à-dire que l'artère ne revient pas sur elle-même, autant qu'elle le pourrait), parce que le sang circule dans un système fermé et ne s'écoule pas au dehors. Le système artériel est donc bandé d'une manière permanente, et le sang fait constamment effort contre les parois des artères.

En vertu de cette tension permanente, le sang circule d'une manière plus uniforme<sup>1</sup> dans ses vaisseaux fermés. Cette tension favorise singulièrement aussi la sortie au travers des parois des capillaires de la partie liquide du sang, qui doit nourrir les organes ou fournir les liquides de sécrétion.

On a cherché par des procédés divers à mesurer la tension du sang dans les artères. Hales coupait une artère en travers sur l'animal vivant, il introduisait dans le bout de l'artère correspondant au cœur un long tube de verre, et il mesurait la hauteur à laquelle le liquide s'élevait dans ce tube placé dans la direction verticale. Mais la coagulation du sang dans le tube rend cette méthode difficile et souvent inexacte. M. Poiseuille a imaginé un appareil plus commode, et employé depuis par un grand nombre de physiologistes. Il consiste en une sorte de tube en U, dont l'une des branches porte un ajutage horizontal à son extrémité. Cet ajutage, muni d'un robinet, est disposé de manière à pouvoir être introduit dans le calibre artériel. L'artère est liée sur l'ajutage, avec les précautions convenables, puis on ouvre le robinet. Le sang entre dans l'appareil, presse sur le mercure, qui s'élève dans la branche restée libre. L'élévation du mercure indique la tension du sang. La tension du sang fait alors équilibre à une certaine colonne de mercure, et cette colonne de mercure la représente. On a soin, pour s'opposer à la coagulation du sang, de placer, dans la courte branche de l'appareil, au moment où l'on va s'en servir, une dissolution faible de sulfate de soude.

L'appareil de M. Poiseuille a été modifié et perfectionné par MM. Ludwig, Spengler et Valentin (Voy. fig. 34). L'hémodynamomètre de

<sup>1</sup> Lorsqu'on ouvre un vaisseau artériel, on observe des saccades dans le jet du sang. Ces saccades, indices des contractions intermittentes du cœur, se traduisent, dans la circulation fermée, par les mouvements du pouls. L'élasticité des artères remplit ici le rôle que jouent les ressorts dans une foule de machines : elle tend à transformer en mouvement continu le mouvement intermittent communiqué par le cœur.

M. Poiseuille, ainsi qu'il est aisé de le comprendre, change un peu les conditions normales de la circulation. Quand on a coupé une artère en travers et lié le bout central de cette artère sur l'ajutage, toute la partie périphérique du système artériel avec laquelle était continue l'artère mise en expérience se trouve supprimée.

Le perfectionnement consiste à laisser la circulation s'accomplir en toute liberté dans l'artère mise en expérience. A cet effet, à l'ajutage G (Voy. fig. 34) ont été ajoutées deux petites plaques métalliques D et E. Ces petites plaques sont fixées perpendiculairement à l'extrémité du tube de l'ajutage, et traversées par lui. De plus, ces deux plaques peuvent être rapprochées ou écartées l'une de l'autre au moyen d'une virole à vis. Lorsqu'on veut appliquer l'hémodynamomètre dans une artère, on ne la coupe pas en travers, mais on fait sur ses parois une petite incision longitudinale, ou une sorte de boutonnière par laquelle on fait entrer dans le vaisseau la plaque D qui termine l'ajutage. Puis, à l'aide de la virole à vis K, on serre la plaque E, restée en dehors du vaisseau, contre la plaque D. La paroi artérielle se trouve ainsi comprimée fortement entre les deux plaques, et l'issue du sang n'est plus possible que par le tube de l'appareil. La surface de la colonne mercurielle de l'hémodynamomètre reçoit donc la pression telle qu'elle serait exercée sur la paroi artérielle qu'elle remplace. Pendant ce temps, la circulation se fait dans cette artère comme dans toutes les autres.

Au reste, les expériences de Hales, celles de Sauvages, celles de MM. Poiseuille et Magendie, celles de MM. Volkmann, Ludwig, Spengler, Valentin, Brunner, Beutner, Colin, Vierordt, etc., ont conduit à des résultats à peu près les mêmes.

L'élévation déterminée par la tension sanguine, dans l'appareil, peut

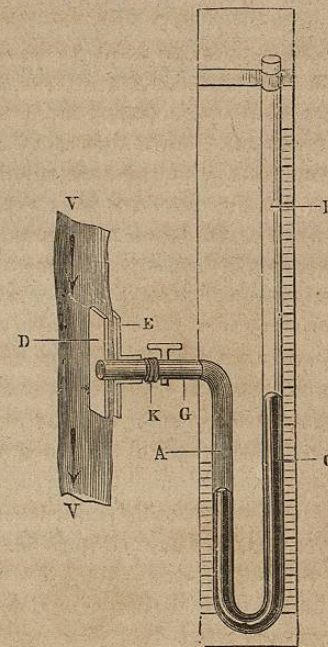


Fig. 34.

## HÉMODYNAMOMÈTRE.

A, branche de l'appareil en communication avec l'artère, et dans laquelle le sang presse sur le mercure. On place dans cette branche, avant l'expérience, un peu de sulfate de soude en dissolution, pour s'opposer à la coagulation du sang.

B, branche ascendante de l'appareil, sur les divisions de laquelle on note le degré d'ascension de la colonne mercurielle C.

G, ajutage en cuivre, muni d'un robinet.

D, petite plaque métallique, fixée à l'extrémité de l'ajutage. On l'introduit dans l'intérieur du vaisseau.

E, petite plaque métallique pouvant glisser à frottement sur l'ajutage. Elle reste en dehors du vaisseau.

K, virole à vis, à l'aide de laquelle on serre la plaque E contre la plaque D.

VV, vaisseau ouvert, vu par sa partie intérieure.



être évaluée, en moyenne, à une colonne de 15 centimètres de mercure (environ 2 mètres d'eau)<sup>1</sup>. Ce résultat, obtenu sur le chien, s'est montré sensiblement le même sur le cheval, sur le bœuf, sur le mouton, sur la chèvre, sur le chat, sur le lapin. Il ne dépend donc point de la taille de l'animal, mais d'un rapport à peu près constant, qui existerait chez les animaux, entre la force des contractions du cœur et le calibre des orifices aortiques. On peut conclure de là que, chez l'homme, la tension du sang artériel fait aussi équilibre en moyenne à une colonne mercurielle de 15 centimètres.

La tension du sang est à peu de chose près la même dans tous les points de l'arbre artériel; en tant du moins qu'il n'est question que des artères volumineuses. M. Poiseuille a trouvé que, quelle que fût l'artère où il plaçait son tube, la tension était la même. MM. Ludwig et Spengler n'ont aperçu, entre la tension du sang et l'artère carotide du cheval et celle du métatarse du même animal, que des différences de peu d'importance<sup>2</sup>.

Il n'en est pas tout à fait de même quand on expérimente sur de *petites artères*. L'ondée artérielle lancée par la contraction ventriculaire perd en effet une partie de sa force à mesure qu'elle progresse dans ses canaux élastiques; et cela en vertu des frottements, des courbures et des divisions vasculaires. Aussi, quand on place en même temps un hémodynamomètre dans une grosse artère voisine du cœur, et un hémodynamomètre dans un petit rameau de la même artère, il y a un excédant de pression en faveur de l'artère volumineuse. Si dans les artères d'un certain calibre la tension est sensiblement la même, près du cœur et loin du cœur, c'est que la perte due au frottement, aux courbures et aux divisions, peut être ici (vu la proportion de la masse liquide en mouvement) envisagée comme à peu près nulle.

En un point quelconque des grosses artères la pression du sang sur les parois (estimée en mercure) est donc égale à la surface de la paroi que l'on considère, multipliée par 15 centimètres. De même, une tranche liquide, prise par la pensée dans une artère, est pressée de toutes parts par un poids égal à la surface de section de l'artère, multipliée par une colonne de 15 centimètres.

De là, il est facile de déduire en chiffres quelle est la pression statique exercée par le sang sur les valvules sigmoïdes, à l'orifice aortique.

Ainsi, par exemple, le rayon d'ouverture de l'artère aorte, près du

<sup>1</sup> Il est vrai que cette moyenne est sujette à de nombreuses variations, qui dépendent de conditions multiples, telles que l'état de réplétion ou de vacuité relative du système vasculaire, l'énergie des contractions du cœur, les lésions diverses du système nerveux, etc.

<sup>2</sup> Deux hémodynamomètres placés en même temps, l'un dans la carotide du veau, l'autre dans l'artère métatarsienne, ont donné, le premier une élévation de 0<sup>mm</sup>,165 de mercure, l'autre une élévation de 0<sup>mm</sup>,146. M. Wolkman a trouvé entre la tension de l'artère carotide et celle de l'artère crurale du chien une petite différence en sens contraire.

cœur, sur un chien de moyenne taille étant de 7<sup>mm</sup>,25, le poids supporté par les valvules sigmoïdes est représenté par une colonne de mercure de 15 centimètres (ou par une colonne de sang de 2<sup>m</sup>,2) d'élévation et de 7<sup>mm</sup>,25 de rayon, c'est-à-dire par une colonne de sang pesant 345 grammes. Sur l'homme, le rayon d'ouverture de l'aorte près du cœur est de 16 millimètres, le poids supporté par les valvules sigmoïdes est donc représenté par une colonne de mercure de 15 centimètres (ou par une colonne de sang de 2<sup>m</sup>,2) d'élévation et de 16 millimètres de rayon, c'est-à-dire par une colonne pesant 1<sup>k</sup>,720. L'ouverture de l'aorte, près du cœur, ayant pour rayon 16 millimètres, a pour aire 8 centimètres carrés (l'aire du cercle est égale au produit de la circonférence par la moitié du rayon); donc, chaque centimètre carré de surface des valvules supporte une pression qui est la huitième partie de 1<sup>k</sup>,720, c'est-à-dire 215 grammes. La tension étant sensiblement la même dans tous les gros vaisseaux artériels, ainsi que nous venons de le voir, cette pression de 215 grammes s'exerce sur chaque centimètre carré pris à la surface intérieure des artères.

Au moment de la systole ventriculaire, le flot liquide introduit dans l'arbre artériel exagère passagèrement la tension du sang. Sur l'hémodynamomètre introduit dans une artère, l'influence de chaque contraction ventriculaire se fait sentir par une élévation intermittente dans le niveau du mercure. Ces mouvements de la colonne mercurielle sont donc isochrones, et avec les pulsations du cœur et avec le pouls artériel. A chaque systole ventriculaire, la colonne mercurielle s'élève de 1/2 à 1 centimètre. Sur les petits animaux, l'élévation systolique du sang dans l'hémodynamomètre n'est souvent que de quelques millimètres.

La tension additionnelle due à chaque systole ventriculaire n'est pas uniformément répandue dans tout l'arbre artériel. Cette tension additionnelle qui, en définitive, n'est que la trentième ou la quinzisième partie de la tension totale, est plus marquée dans les vaisseaux qui avoisinent le cœur que dans les vaisseaux plus éloignés. L'ondée sanguine projetée dans le tube artériel élastique perd, en effet, une partie de sa puissance, en vertu des résistances diverses qu'elle rencontre (Voy. § 97), et ces résistances s'additionnent les unes aux autres, à mesure qu'on s'éloigne du cœur.

La tension du sang dans l'arbre artériel varie encore dans les mouvements d'inspiration et d'expiration. Ces variations peuvent être constatées à l'aide de l'hémodynamomètre, et elles prouvent l'influence qu'exercent les mouvements de la respiration sur la circulation du sang. A l'article de la circulation veineuse, nous montrerons comment, à chaque inspiration, la circulation des troncs veineux qui avoisinent le cœur se trouve accélérée. Il n'est pas question ici des veines, mais des artères. Il y a une diminution de tension dans l'arbre artériel, au moment de l'inspiration; cette diminution est déterminée par l'influence



que le jeu de soufflet de la poitrine exerce sur l'énergie des contractions ventriculaires du cœur et sur la capacité de l'aorte thoracique. Au moment de l'inspiration, en effet, la tendance au vide qui a lieu dans l'intérieur de la poitrine tend à paralyser les contractions des ventricules, par effort excentrique, en même temps qu'elle tend à augmenter la capacité de l'aorte. Aussi voit-on, dans l'hémodynamomètre fixé dans les artères carotides, le niveau du mercure s'abaisser pendant les mouvements d'inspiration et s'élever pendant l'expiration. Ces oscillations ne peuvent être confondues avec celles dues à la systole ventriculaire. Elles sont lentes comme le flux et le reflux des mouvements respiratoires, et se produisent seulement 15 ou 18 fois par minute, de même que la respiration elle-même, tandis que les oscillations dues aux contractions du cœur sont saccadées, et se produisent, comme ces contractions, 75 ou 80 fois dans le même espace de temps.

L'oscillation de tension déterminée par les mouvements respiratoires est plus étendue que l'oscillation amenée par les mouvements du cœur. L'oscillation de tension due à la respiration diminue à mesure qu'on s'éloigne de la poitrine, ce qui prouve que sa cause la plus efficace doit être attribuée à l'action du vide thoracique sur la contraction des ventricules du cœur et sur la capacité de l'aorte pectorale. MM. Ludwig et Spengler ont simultanément introduit leur hémodynamomètre dans l'artère carotide d'un cheval et dans l'artère du métatarse du même animal. Or, tandis que l'oscillation respiratoire faisait mouvoir alternativement la colonne mercurielle, dans une étendue de 5 à 6 centimètres dans l'artère carotide; dans l'artère du métatarse, le chemin parcouru par la colonne mercurielle, pendant les mouvements de la respiration, ne dépassait pas 1 centimètre <sup>1</sup>.

La tension du sang dans le cercle artériel de la petite circulation est

<sup>1</sup> M. Einbrodt a remarqué que les mouvements respiratoires ordinaires n'ont pas d'influence sensible sur la tension sanguine des artères des membres; que dans les inspirations fortes, il y a diminution de tension au commencement, puis augmentation à la fin; que dans l'expiration qui suit, il y a augmentation de tension au commencement, puis diminution à la fin. M. Marey a étudié ces phénomènes de plus près, et il a montré que le mode de respiration exerce une influence déterminante sur ces oscillations. Dans la respiration lente et profonde avec la bouche fermée et une seule narine ouverte, l'oscillation de tension du sang des artères (de la radiale), se fait dans le sens indiqué par M. Ludwig. Lorsqu'au contraire on respire largement et très-rapidement avec la bouche et les narines ouvertes, l'oscillation de tension est renversée; il y a augmentation de tension pendant l'inspiration et diminution pendant l'expiration. M. Marey fait observer que ces effets dépendent des alternatives de pression auxquelles se trouvent soumises, soit l'aorte abdominale, soit l'aorte pectorale, dans les divers modes de respiration. Dans l'inspiration rapide avec la bouche et les narines grandes ouvertes, la pénétration de l'air est facile, il n'y a pour ainsi dire point d'appel dans la poitrine, le diaphragme s'abaisse sur les viscères abdominaux, et l'aorte abdominale comprimée refoule en quelque sorte le sang dans les artères périphériques. Dans l'inspiration laborieuse, la tendance au vide qui a lieu dans la poitrine prédomine sur l'influence comprimante qu'exerce le diaphragme du côté de l'abdomen; il y a appel de l'aorte pectorale et tendance au flux sanguin vers la poitrine.

(comme on devait le prévoir) moins considérable que celle de la grande circulation, dont il a été jusqu'ici exclusivement question.

MM. Ludwig et Beutner ont mesuré, sur le chien, le chat et le lapin, la différence de tension du sang dans les deux cercles circulatoires. A cet effet, ils introduisent dans la branche gauche de l'artère pulmonaire de l'animal en expérience le tube d'un hémodynamomètre, et dans l'artère carotide du même animal un autre hémodynamomètre. De leurs expériences il résulte que la tension du sang dans l'artère pulmonaire est à la tension du sang dans l'artère carotide :: 1 : 2,9 ou :: 1 : 3,3. Il est vrai que, pour faire ces expériences, comme il faut ouvrir la poitrine, il est nécessaire d'entretenir artificiellement la respiration, et cette opération change peut-être un peu le rapport normal. Il ne ressort pas moins de ces expériences que la différence observée est en relation évidente avec la force inégale du ventricule gauche et du ventricule droit. Rappelons, en effet, que le principe de la tension du sang dans les artères réside dans la contraction du cœur; or, la puissance musculaire du ventricule droit est moindre que celle du ventricule gauche (Voy. § 95).

La colonne mercurielle (équilibrée par la tension artérielle) éprouve, ainsi que nous venons de le voir, deux sortes d'oscillations au-dessus et au-dessous de sa position moyenne d'équilibre: les unes sont isochrones avec les pulsations du cœur, les autres sont isochrones avec les mouvements respiratoires. Ces oscillations, faciles à constater à l'aide de l'instrument représenté fig. 32, sont assez difficiles à mesurer avec cet instrument. M. Ludwig, pour remédier à cette difficulté, a imaginé de compléter l'hémodynamomètre par un appareil auquel il a donné le nom de *kymographe*. Cet appareil complémentaire a été employé, depuis M. Ludwig, par la plupart des physiologistes qui se sont occupés des

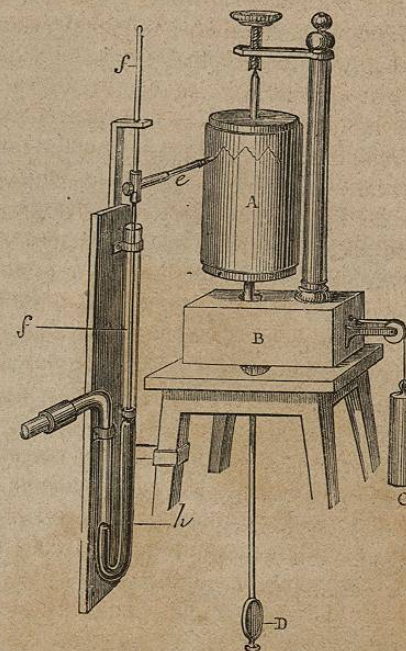


Fig. 33.

KYMOGRAPHE (de Ludwig).

- A, cylindre animé d'un mouvement circulaire.
- B, caisse renfermant un mécanisme d'horlogerie.
- C, poids servant de moteur au mécanisme d'horlogerie.
- D, pendule ou balancier servant de régulateur au mouvement.
- e, crayon.
- f, tige métallique terminée inférieurement par un disque reposant sur le mercure.
- h, colonne mercurielle de l'hémodynamomètre.



phénomènes de la circulation <sup>1</sup>. Le kymographe n'est autre chose qu'un hémodynamomètre *enregistreur*. Il est essentiellement constitué par un cylindre A (Voy. fig. 35), auquel on imprime un mouvement circulaire uniforme à l'aide d'un mécanisme d'horlogerie renfermé dans la caisse B. L'hémodynamomètre annexé au kymographe contient, dans le tube d'ascension du mercure, une tige métallique *ff* terminée par un disque flotteur qui repose sur le sommet de la colonne mercurielle. Cette tige mobile suit les mouvements d'élévation et d'abaissement de la colonne mercurielle *h* sur laquelle elle repose, et elle porte un appendice horizontal sur lequel est fixé un crayon *e*. On conçoit facilement le jeu de l'appareil. Le cylindre A, recouvert d'une feuille de papier blanc et animé de son mouvement circulaire uniforme, présente successivement au crayon les divers points de la circonférence, et les mouvements d'élévation et d'abaissement de la colonne mercurielle *h* se trouvent ainsi représentés sur le papier du cylindre A par une ligne ondulée dont les sommets des courbes représentent les maxima des excursions. Cet instrument permet de mesurer, avec une assez grande précision, et les excursions respiratoires, et les excursions systoliques de la colonne mercurielle. Ces dernières, étant *moins étendues et plus fréquentes* que les excursions respiratoires, se trouvent représentées sur le parcours de la courbe par des ondulations plus petites.

Au lieu d'une feuille de papier blanc, on peut entourer le cylindre d'une feuille recouverte de noir de fumée, et remplacer le crayon *e* par une pointe métallique; on obtient ainsi un dessin plus net et plus exact.

La figure 36 (voy. page suivante) représente un appareil du même genre qu'a fait construire M. Valentin, et qu'on peut d'ailleurs utiliser à d'autres recherches de physiologie.

Différentes causes peuvent modifier la tension du sang dans les vaisseaux artériels. Lorsqu'on diminue brusquement la quantité de sang contenue dans l'intérieur du système circulatoire, comme il faut un certain temps pour qu'il se régénère, les parois vasculaires reviennent par élasticité sur le liquide restant, et l'effort excentrique du sang diminue; c'est ce qui arrive dans toutes les saignées un peu abondantes. M. Goll tire à un chien 500 grammes de sang. La tension du sang, qui équilibrait 13 centimètres de mercure, descend immédiatement à 11 centimètres. Si, au contraire, on augmente brusquement la quantité de sang qui circule dans les artères, la tension du sang augmente. Sur un chien dont la tension du sang était de 11 centimètres de mercure, M. Goll fait la ligature des artères crurales, des carotides et des cervicales ascendantes. La quantité du sang qui circule dans les parties restées libres de l'arbre artériel augmente, car l'animal n'a point perdu de sang: la tension du sang s'élève à 12 centimètres de mercure. M. Brunner constate que la tension du sang de la carotide d'un chien de moyenne

<sup>1</sup> Le cylindre enregistreur du cardiographe de MM. Chauveau et Marey (voy. fig. 32, p. 222) n'est autre chose que le kymographe de M. Ludwig perfectionné.

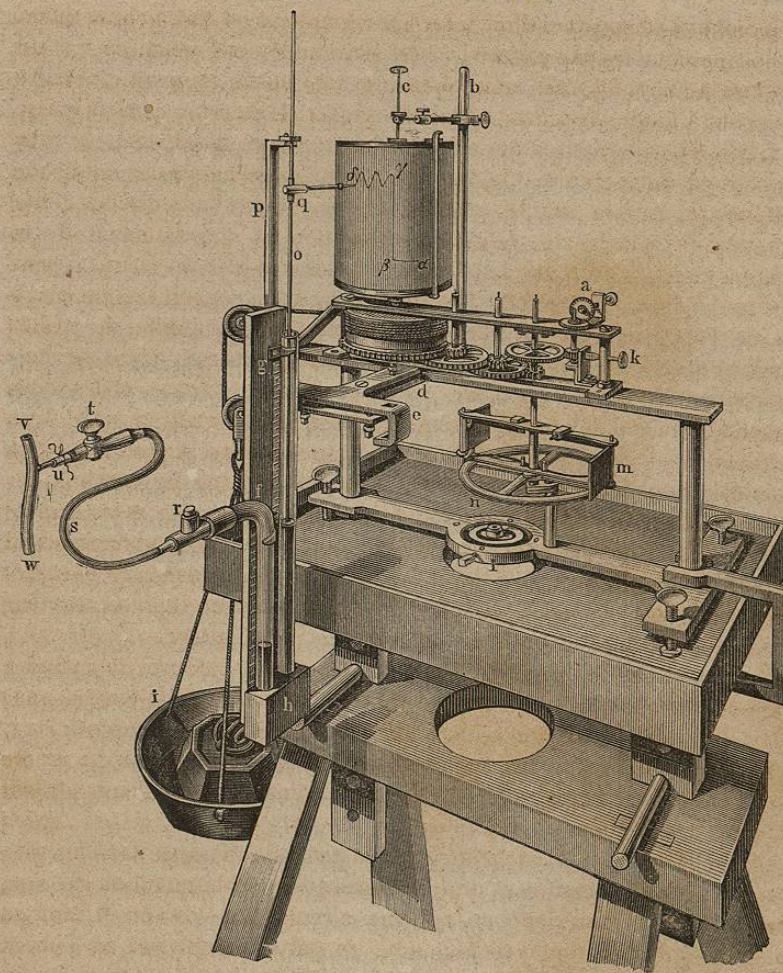


Fig. 36.

KYMOGRAPHE (de Valentin).

- a, b, d*, cylindre mis en rotation par un appareil d'horlogerie.
- b*, tige supportant un *directeur* mobile à glissement, lequel sert de coussinet à la tige *c*.
- d*, règle horizontale sur laquelle peut glisser la tablette *e*.
- e*, tablette à laquelle est fixé l'hémodynamomètre *ffh*.
- i*, plateau chargé de poids, destiné à imprimer le mouvement à l'appareil.
- k*, vis de pression qui arrête le mouvement ou qui lui rend la liberté.
- l*, pièce pouvant recevoir un pendule ou balancier.
- mn*, appareil régulateur du mouvement d'horlogerie. Cet appareil est analogue à celui de nos pendules.
- o*, tige du flotteur placé sur le mercure.
- p*, pièce présentant à sa partie supérieure un guide destiné à maintenir la tige du flotteur dans la direction verticale.
- g*, porte-crayon ou porte-pinceau.
- r*, ouverture fermée par un bouchon, et par laquelle on introduit dans l'hémodynamomètre la solution de sulfate de soude.
- s*, tube métallique à parois minces, légèrement flexible.
- t*, robinet.
- u*, canule d'introduction.
- w*, vaisseau artériel en expérience.

L'axe de rotation sur lequel est fixé le cylindre *a, b, d* n'est pas seul. Il existe encore trois autres axes verticaux de rotation placés sur la règle *d*, reliés au mouvement d'horlogerie par des roues d'engrenage, et sur lesquels on peut fixer d'autres pièces tournantes. Lorsque ces pièces doivent exécuter un mouvement de rotation dans le sens *horizontal*, on les fixe sur l'axe de la roue d'angle *a*.



taille fait équilibre à 15 centimètres de mercure. Il injecte dans les vaisseaux de ce chien 500 grammes de sang défibriné, la tension du sang de la carotide s'élève à 22 centimètres. Il tire 600 grammes de sang à un chien, la tension, qui était de 15 centimètres, descend à 12,5.

Toutes les causes qui agissent sur le cœur, et qui sont de nature à diminuer l'énergie de sa puissance contractile, diminuent la tension du sang dans les artères. Telles sont les lésions profondes du système nerveux, l'agonie, l'administration de la digitale, du tabac, l'inspiration des vapeurs d'éther et de chloroforme, etc.

## § 95.

**Force de contraction du cœur.** — Le cœur est composé par des plans charnus épais : c'est un muscle puissant. Il suffit de saisir entre ses mains les ventricules du cœur d'un animal dont on vient d'ouvrir la poitrine pour constater, par la rigidité et la dureté des parois, au moment de la systole, qu'ils exercent sur le sang une pression énergique ; on peut aussi introduire le doigt dans l'intérieur des ventricules, et on sent en ce moment une compression assez vive. On peut encore placer des poids sur la partie moyenne du cœur d'un animal vivant, et remarquer qu'à chaque systole ventriculaire, la fibre musculaire, en se raccourcissant et en se tuméfiant, les soulève.

Nous avons dit, il y a un instant, que la tension ou pression exercée par le sang dans les vaisseaux artériels de la grande circulation pouvait être évaluée, en moyenne, à 215 grammes par centimètre carré de surface. Or, lorsque la systole ventriculaire a fait pénétrer le sang dans l'aorte, en refoulant les valvules sigmoïdes du côté de l'artère, la cavité du cœur communique en ce moment avec la cavité artérielle : il y a une continuité momentanée entre le ventricule et l'aorte. La pression *statique* qui existait dans l'aorte, existe alors aussi dans le cœur ; elle est représentée pareillement ici par une pression de 215 grammes par centimètre carré de surface. Pour une *surface égale* prise à l'intérieur des artères ou à l'intérieur du cœur, cette pression statique est égale ; elle est répartie sur chaque unité de surface du cœur de la même manière que sur chaque unité de surface artérielle.

La surface interne du ventricule gauche du cheval, ayant, d'après M. Colin, 565 centimètres carrés de surface, prise dans son ensemble, supporte, au moment de la systole ventriculaire, une pression de (565 × 215) 121 kilogrammes. Ajoutons qu'une surface de la même étendue prise à l'intérieur des artères supporte une égale pression.

Quelques physiologistes semblent croire que la force dépensée par les ventricules pour faire passer l'ondée sanguine dans l'arbre artériel et pour lui imprimer le mouvement est équivalente à la pression qui s'exerce, à la surface du cœur, au moment de la systole, et que la valeur de cette force peut être représentée par cette pression : c'est là une erreur. Le calcul précédent ne donne que la mesure de pression que le

ventricule a à supporter comme dépendance du système vasculaire, et cela en dehors de tout *travail* effectué. Or, non-seulement le cœur supporte le poids d'une masse de sang représentée par une colonne d'une certaine élévation, mais encore il lui imprime en même temps le *mouvement*, et ce mouvement a une certaine *vitesse*. Ce qu'on doit entendre par la *force* du cœur, ce n'est donc pas seulement la résistance à la tension sanguine, c'est l'ensemble du *travail mécanique* produit parla contraction ventriculaire.

L'évaluation de la force du cœur suppose, par conséquent, la connaissance de deux autres éléments dont il sera question plus loin, à savoir, la *quantité de sang* mise en mouvement à chaque contraction ventriculaire et poussée dans l'aorte, et, d'un autre côté, la *vitesse* avec laquelle le sang se meut au commencement de sa course. Admettons, avec M. Volkmann, que la quantité de sang introduit dans l'aorte, à chaque contraction ventriculaire, soit équivalente à 175 grammes<sup>1</sup> (sur un adulte pesant 70 kilogrammes) ; admettons, avec le même expérimentateur, que la vitesse du cours du sang dans l'aorte soit de 4 décimètres par seconde ; admettons, enfin, que la tension moyenne du sang de l'aorte soit équivalente à une colonne de 2<sup>m</sup>,24 de sang, nous arrivons ainsi à un chiffre de 0<sup>kilom</sup>,400, représentant la *force du cœur*, c'est-à-dire, en d'autres termes, qu'à chaque pulsation du cœur, le ventricule gauche effectue un travail équivalent à un poids de 400 grammes qui serait élevé à 1 mètre de hauteur.

Nous verrons, plus tard, que la force musculaire est relative au nombre des fibres musculaires (chacune d'elles ayant sa force propre, qui est une partie de la force totale), et qu'on peut évaluer la force comparée des muscles en établissant un rapport entre le nombre de leurs fibres élémentaires. Mais, comme les fibres musculaires sont des objets microscopiques, et qu'il est impossible de les dénombrer, le *poids* des muscles est, de toutes les qualités accessibles à nos sens et à nos moyens de mensuration, celle qui nous permet le mieux d'arriver à une évaluation approximative de la force dont ils sont doués. Or, en comparant le poids du ventricule droit au poids du ventricule gauche, on constate qu'en moyenne, le ventricule gauche est au ventricule droit comme 2 est à 1. Cette proportion est sensiblement la même chez l'homme, chez le cheval, le mouton, le chien, le chat, le lapin, le cochon. Cette différence de poids implique une différence d'énergie dans la puissance contractile du ventricule droit et du ventricule gauche. Elle est en rapport avec l'étendue différente des deux cercles circulatoires ; le cœur gauche, en effet, préside à la grande circulation, et le cœur droit à la petite. On peut inférer de cette différence de poids que la force de contraction du ventricule droit est moindre que celle du ventricule gauche, ce que prouve d'ailleurs l'expérience (Voy. § 94).

<sup>1</sup> Ce chiffre est identique avec celui qu'a plus récemment fixé M. Vierordt (175 à 180 gr.).